単位水量を低減した水中不分離性コンクリートの水中不分離度と収縮特性について

東亜建設工業（株）　正会員　○花岡　大伸
東亜建設工業（株）　正会員　田中　亮一
東亜建設工業（株）　正会員　羽渕　貴士
第一建工（株）　正会員　林　孝幸

１．はじめに

従来の水中不分離性コンクリートは，単位水量及び単位セメント量が普通コンクリートに比べて多いため，構造物の構造条件や施工条件によっては，コンクリートの自己収縮や乾燥収縮によるひび割れ発生のリスクが大きくなることが懸念される．そこで著者らは，流動化剤に代えて高性能 AE 減水剤を使用することで，単位水量を低減した水中不分離性コンクリートを開発した[1)]．本稿では，水セメント比（以下，W/C）（W/C：50%，55%，60%）及びスランプフロー（以下，SF）（SF：50cm，55cm，60cm）を変えた場合の配合検討と，収縮試験（自己収縮，乾燥収縮）を行った結果について報告する．

２．実験概要

検討ケース及びコンクリートの配合を**表-1** に示す．本検討では従来配合の単位水量が 220～260kg/m^3（SF：50～60cm）であるのに対して，単位水量を 195～230kg/m^3 と低減し所定の SF を満足するように水中不分離性混和剤と高性能 AE 減水剤の添加量を調整した．試験項目は，フレッシュコンクリートの性状（SF，空気量，水中分離度 JSCE-D 104）及び強度特性（水中気中強度比）とした．また，Case9（W/C50%，SF50cm）と従来配合（W/C50%，SF50cm）については，自己収縮試験（JCI（(仮称）高流動コンクリートの自己収縮試験方法）と乾燥収縮試験（JIS A 1129)）を行い，両者の結果を比較した．なお，自己収縮試験は，打設直後に供試体を水中に静置し，20℃の水中における自己収縮ひずみを測定した．水中不分離性コンクリートを水中部から気中部（干満帯）に連続して施工する場合（例えば護岸・岸壁の矢板被覆など）では，コンクリートの乾燥収縮を考慮する必要がある．

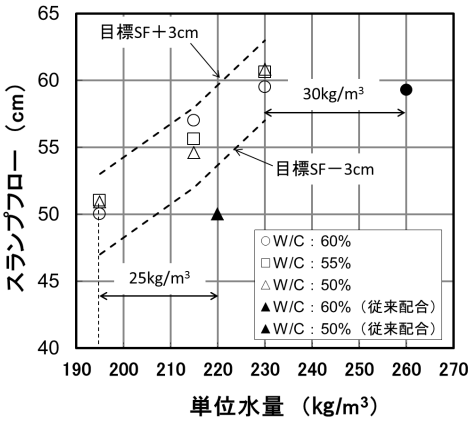

図-1　単位水量と SF の関係

表-1　検討ケース及びコンクリートの配合

検討 Case	W/C (%)	目標 SF(cm) ±3.0cm	s/a (%)	単位量(kg/m^3)				混和剤			
				W	C	S	G	水中不分離性混和剤	高性能 AE 減水剤	AE 減水剤	流動化剤
1	60	60	42.0	230	383	678	969	W×0.9%	C×3.5%	－	－
2		55		215	358	703	1005		C×3.2%		
3		50		195	325	737	1053				
4	55	60		230	418	666	952				
5		55		215	391	692	989				
6		50		195	355	727	1038				
7	50	60		230	460	652	931				
8		55		215	430	678	969				
9		50		195	390	714	1020				
従来 60	60	60	40.0	260	433	598	928	W×1.1%	－	C×1.0%	C×2.5%
従来 50	50	50		220	440	638	989				

空気量の設計値：3.0%，C：普通ポルトランドセメント（密度：3.16g/cm^3，比表面積：3300cm^2/g），S：山砂（表乾密度 2.60g/cm^3，粗粒率 2.59）
G：砕石（Gmax：20mm，表乾密度：2.70 g/cm^3，粗粒率：6.72，実積率：60.8%），水中不分離性混和剤：セルロースエーテル系
高性能 AE 減水剤：ポリカルボン酸エーテル系化合物，AE 減水剤：リグニンスルホン酸化合物，流動化剤：メラミンスルホン酸系化合物

キーワード　水中不分離性コンクリート，水中分離度，自己収縮，乾燥収縮，CO_2 排出量
連絡先　〒230-0035　横浜市鶴見区安善町１丁目３　東亜建設工業(株)　技術研究開発センター　ＴＥＬ045-503-3741

3．実験結果

図-1 に単位水量と SF の関係を示す．これによると，今回検討した配合は，従来配合から単位水量を 25～30kg/m^3 低減しても，従来配合と同等の SF を満足している．図-2 には懸濁物質量と pH の測定結果を示す．これによると，いずれのケースにおいても pH の値は，従来配合の値とほぼ同等の値であったが，今回検討した配合の懸濁物質量は，同じ W/C と SF の配合で比較すると，従来配合よりもやや多い値ではあった．これは，水中不分離性混和剤の添加量が従来配合に比べて少ないことが影響している．ただし，懸濁物質量及び pH ともに基準値（50mg/ℓ 以下，12.0 以下）[2] を満足していることから，水中における分離抵抗性に問題はないと考えられる．また，図-3 には圧縮強度と水中気中強度比を示す．これによると，W/C や SF にかかわらず，材齢 28 日における水中気中強度比が 80%以上 [2]であることから，水中分離抵抗性は十分に満足していることが確認された．

さらに，自己収縮試験の結果を図-4 に，乾燥収縮試験の結果を図-5 に示す．図-4 の結果から両者の自己収縮ひずみは，40～60μ と比較的小さかったが, Case9 は従来配合に比べて自己収縮が小さいことが認められる．さらに図-5 の結果から，Case9 は従来配合に比べて乾燥収縮が小さく，経過日数 91 日時点でその差は約 120μ であった．これらの結果から，単位水量を低減させた水中不分離性コンクリートは，従来配合よりも自己収縮及び乾燥収縮が小さくなることが確認された．

最後に今回検討した配合と従来配合の CO_2 排出量 [3] の比較を図-6 示す．これによると，単位セメント量が少ないことが CO_2 排出量の削減に大きく寄与し，従来配合から約 11%削減することができた．

4．まとめ

① 単位水量及び単位セメント量を低減した水中不分離性コンクリートは，W/C が 50～60%及び SF が 50～60cm の配合において，十分な水中不分離性を有していることが確認された．

② 今回検討を行った水中不分離性コンクリートは，従来配合に比べて自己収縮及び乾燥収縮が小さくなることが確認された．

参考文献

1）花岡大伸，川島仁，羽渕貴士，佐藤肇：単位水量を低減した水中不分離性コンクリートに関する基礎的検討，コンクリート工学年次論文集，Vol.32，No.1，pp.1493-1498，2010

2）土木学会：2012 年制定 コンクリート標準示方書「施工編」，pp.278-282

3）土木学会：コンクリート技術シリーズ 62，コンクリートの環境負荷評価（その２），pp.33-39，2004

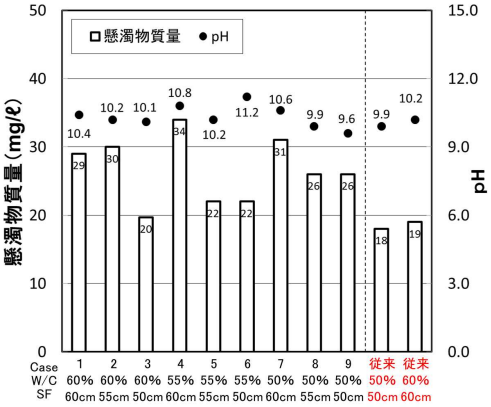

図-2 懸濁物質量とpH の測定値

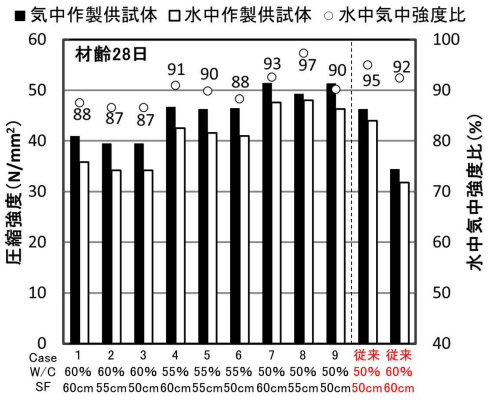

図-3 圧縮強度と水中気中強度比

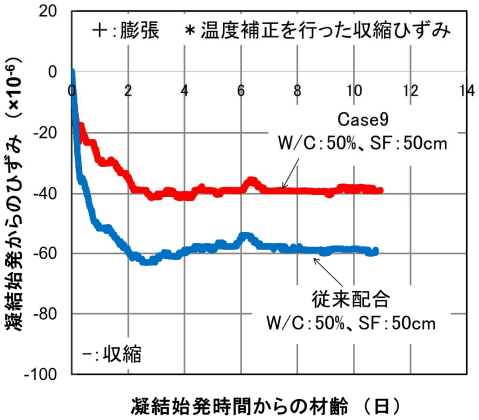

図-4 自己収縮試験の結果

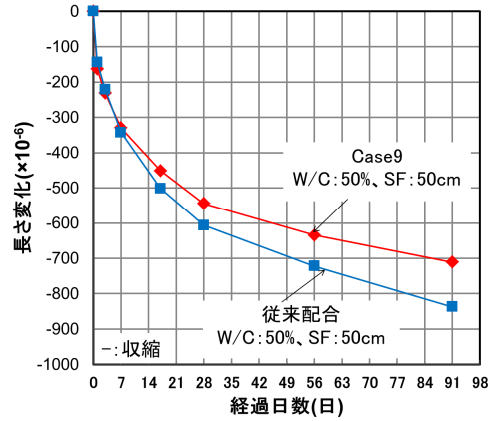

図-5 経過日数と長さ変化の関係

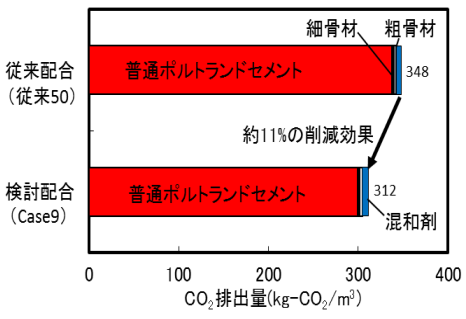

表-1 W/C:50%, SF:50cmの配合で比較

図-6 単位水量と SF の関係